

## Szakmai beszámoló

Témavezető neve: Dr. Gáspár Attila

A téma címe: A lángkemencés atomabszorpciós spektrometriás detektálás on-line összekapcsolása elválasztástechnikai módszerekkel (HPLC, GC, CE) környezeti kémiai és speciációs analitikai vizsgálatokhoz

A kutatás időtartama: 2002-2005

A speciációs vizsgálatok során általában két fő problémával szembesül az analitikus:

1. Ugyanazon elem különböző, meghatározandó formáinak elválasztását (különösen ha a komponensek fizikai, kémiai sajátságai hasonlóak) csak a leghatékonyabb, nagyfelbontóerejű elválasztástechnikai módszerekkel lehet elérni.
2. A természetes mintákban az egyes elemek, és még inkább azok különböző formái igen kis koncentrációban vannak jelen, ezek kvantitatív meghatározása igen nagy követelményeket támaszt a detektáló módszerekkel szemben. Ennek megfelelően a lehető legérzékenyebb elemszelektív, atomspektrometriás módszerekre van szükség, amelyek segítségével lehetőség nyílik arra, hogy a természetes minták koncentrációját határozzuk meg az adott elem specieszeinek mennyiségét. Az ily módon kifejlesztett módszerekkel a nyomelemek meghatározását a gyakorlati minták eddigénél jóval szélesebb körére terjeszthetjük ki.

Az elemspeciációs analízisnek emiatt két fő mozzanatát különböztetjük meg: a kellő hatékonyságú elválasztó rendszer kialakítását és az elkülönített komponensek megfelelő érzékenységgű on-line detektálását. Így a speciációs analitikában a hatékony elválasztástechnikák és az érzékeny, elemszelektív atomspektrometriás detektálás on-line összekapcsolására van szükség. Kutatómunkám célja az eddigieknél is nagyobb teljesítőképességű (jobb kimutatási képességű, kisebb mintaigényű, szelektív, gyors, olcsó üzemű) elemspeciációs módszerek kidolgozása új AAS technikák és mintabeviteli módszerek kifejlesztésével, a legjobb hatékonyságú elválasztástechnikai módszerek (nagy nyomású folyadékkromatográfia, kapilláris elektroforézis) alkalmazásával, illetve ezen technikák on-line összekapcsolásával. Céлом továbbá a kifejlesztett kombinált módszerek automatizálása és bevezetése a rutin analízisbe, illetve a különböző biológiai és környezeti mintákban élettanilag fontos, illetve mérgező elemek speciációs analitikai vizsgálata.

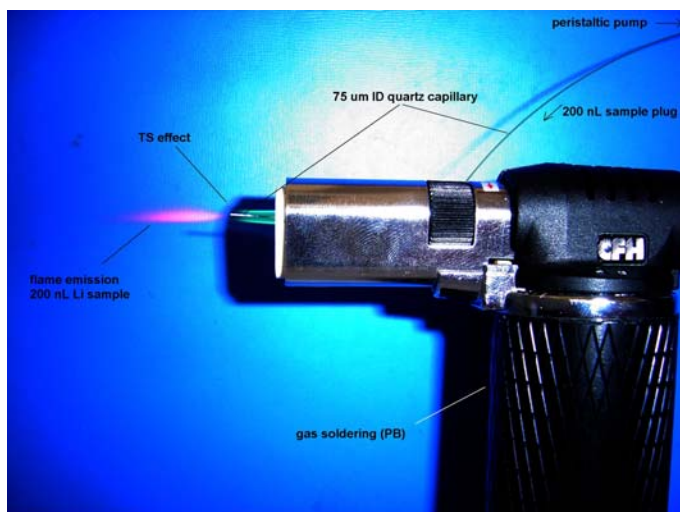
A kutatási időszak alatt elvégzett munkát és az elért eredményeket az alábbiakban ismertetjük röviden (A kutatási eredmények végén mindig megadjuk az adott témához kapcsolódó közleményeket és konferencia-összefoglalókat, melyek a „Zárójelentés közlemények” menüjében található meg, és az ott kapott sorszámot szerepeltettük itt hivatkozási sorszámként. Azokat az eredményeket, melyeket még nem közöltünk, részletesebben ismertettünk):

1. A korábban ismertett BIFF-AAS technikánál (A.Gáspár, H.Berndt: Beam Injection Flame Furnace Atomic Absorption Spectrometry: a new flame method, *Anal.Chem.*, 2000, 72, 240-246) a folyadéksugár ütköztetési porlasztás a lángkemence belső 1000°C-os hőmérsékletű terében kombinálódik a keletkező aeroszol azonnali, gyors, spontán elpárolgásával. Ily módon a folyadékmintát 100%-os határfokkal lehet gőzzé alakítani az atomizáló térben. Ezt az új mechanizmusú mintabeviteli eljárást tanulmányoztuk és folyadéksugár ütköztetési elpárologtatásnak (jet impact vaporization, JIV) neveztük el. Megállapítottuk, hogy mivel a lángkemence belső felületének hőmérséklete messze az oldószerek Leidenfrost pontja felett van, a kezdetben keletkező aeroszolcseppek visszaverődnek az izzó falról, így nem okozhatnak jelentős, kedvezőtlen memóriahatást (Leidenfrost jelenség). A TSFF rendszer optimalizálása során részletesen megvizsgáltuk a különböző mérési paraméterek (pl. nyomás, áramlási sebesség, kapilláris belső átmérője, mintatérfogás, stb.) analitikai jelekre gyakorolt hatását. Megállapítottuk, hogy a nagy belső átmérőjű TS kapillárisokban ( $d > 200 \mu\text{m}$ ) a folyadék áramlási sebessége olyan nagyra

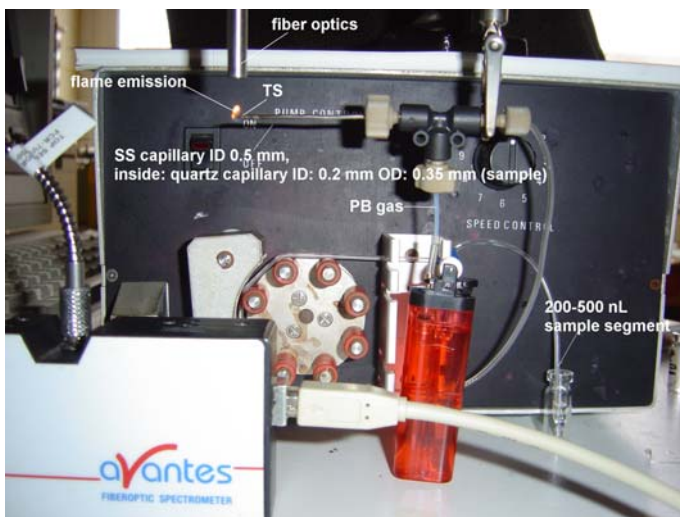
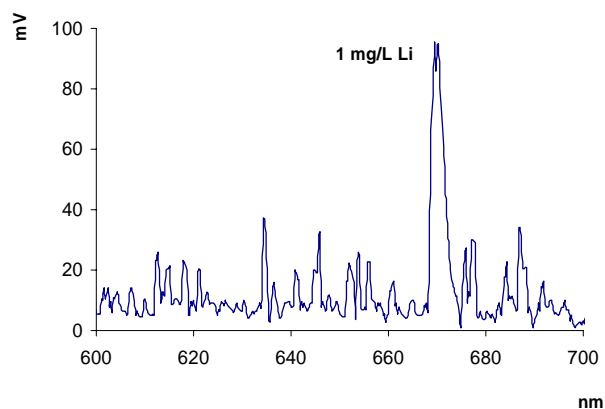
válk, hogy a folyadékminta a kapilláris fűtött végében csak nagyon rövid ideig tartózkodik, ezalatt a rövid idő alatt pedig a folyadék jelentős része nem tud gőzzé alakulni. Kis belső átmérőjű TS kapillárisok alkalmazása esetén azonban a gyorsan, nagy mennyiségben keletkező gőz jelentős ellennyomást fejt ki a kapillárisban áramló folyadékra (25 µm-es belső átmérő esetén emiatt már egyáltalán nem kaptunk jeleket). Mindezek miatt a 75 és 100 µm belső átmérőjű TS kapillárisokat találtuk optimálisnak. Az eredmények részletes leírása: [8, 27, 28, 29]

2. *A termospray lángkemencés (TSFF) és a folyadéksugár bevezetési (BIFF) lángkemencés atomabszorpciós módszerek továbbfejlesztése, optimalizálása kromatográfiás technikákkal való összekapcsolása céljából.* Hatékony, pulzálásmentes „gáz-pumpát” konstruáltunk a folyadékminták áramoltatásához. Egy automata mintaadagolót (Contiflo) átalakítottunk, a lángkemencés AAS technika automatizált működtetése érdekében. A korábban használt fém termospray kapillárisok helyett egy speciális 0.5 mm belső átmérőjű, nagy tisztaságú kerámia kapillárist alkalmaztunk. A speciális (Micropart) fűvóka bevezetésével olyan BIFF-AAS rendszert állítottunk össze, melynél a folyadéksugár előállítását 1 bar-nál kisebb nyomással is el tudtuk érni, így a korábban használt nagynyomású pumpák helyett, egy standard perisztaltikus pumpát is alkalmazhattunk automata mintaadagolóval. Az eredmények részletes leírása: [7, 27]
3. *Szerves oldószerek alkalmazásának hatása a lángkemencés detektáló módszerrel kapott jelekre.* A szerves oldószerek atomizálótérbe juttatása jelentősen módosítja a lángkemencében az atomizálás körülményeit (reduktív karakter, hőmérséklet, különböző gyökök jelenléte, stb.). Egyes szerves oldószerek az atomizálási folyamatot segítik, míg mások hátráltatják. Az elemek egy része az atomizálás szempontjából nagyon érzékeny az atomizálótér körülményeinek megváltozására, míg mások kevésbé. Mindezek miatt tanulmányoznunk kellett a kromatográfiában használatos szerves oldószerek (metanol, acetonitril, hexán) hatását a lángkemencés technikák működésére és az egyes elemekre (Hg, Cd, Pb) kapott jelek nagyságára. Az eredmények részletes leírása: [24, 29]
4. *Kistérfogatú (néhány mikroliter) minták elemzési lehetőségének kidolgozása.* A lángkemencés AAS technika egyik speciális előnyös jellemzője, hogy egészen kis térfogatú minták is érzékenyen elemezhetők. Ennek oka, hogy a folyadékmintából viszonylag nagy térfogatú kb. 1000°C-os gőz képződik, mely kitölti a lángkemence teljes belső térfogatát (kb. 8 mL). A mikroliter térfogatú folyadékminta szegmensek transzportja során a minták diszperziója kicsiny. Mindezek miatt rendkívül jó kimutatási határokat kaptunk a 0.3-10 µL térfogatú mintákra, melyek elemzése a hagyományos lángtechnikás módszerekkel gyakorlatilag nem volt lehetséges. Az eredmények részletes leírása: [6, 8]
5. *Módszereket dolgoztunk ki metilhigany(II) és a szervetlen higany(II) fordított fázisú kromatográfiás oszlopon, illetve szilárdfázisú extrakciós oszlopon (SPE cartridge), kis- és nagynyomású folyadékrendszerekben való elválasztására és dúsítására.* Mivel a folyadékáram az elválasztóegység után kisnyomású rendszerbe lép ki, a folyadékot szállító kapilláris végét egyszerűen egy rövid, rugalmas PVC csődarabkával összeköthettük a kerámia termospray kapillárisal. A kromatográfiás rendszerek és a termospray lángkemencés atomabszorpciós rendszereket on-line módon kapcsoltuk. Az elválasztást/dúsítást komplexképző vagy más szeparációs adalék nélkül végeztük el. Az optimális elúciós folyadék 30:70 % acetonitril-víz keverék az elválasztáshoz és 100% acetonitril a dúsításhoz. Az acetonitril a hagyományos pneumatikus porlasztásos montabevitelnél is 10-30 %-os jel nagyságnövekedést eredményezhet a kisebb viszkozitás, felületi feszültség és jobb porlasztási paraméterek miatt, de a lángkemencés technikáknál is segíti a lángkemencében való jobb atomizálást a magasabb hőmérséklet és reduktív atomizálási feltételek következtében. 50 mL térfogatú mintaoldat kromatográfiás oszlopon történő dúsításával a vizsgált specieszerekre 45-50-szeres dúsítási faktort értünk. Az 50 µL térfogatú mintaoldatok kombinált HPLC-TSFF/AAS rendszerben való elemzésekor a metilhiganyra és a szervetlen higanyra 1,3 µg/mL, illetve 4,2 µg/mL kimutatási határokat értünk el. Ezek a kimutatási határ értékek sokkal jobbakként, mint amit a hagyományos HPLC-FAAS módszerrel kaphatnánk, ugyanakkor még mindig nem értük el a környezeti minták átlagos higanykoncentrációját. Az eredmények részletes leírása: [7]
6. *Az analitikai kémiában (különösen a bioanalitikában) az utóbbi évek egyik egyértelmű törekvése a miniaturizálás.* A miniaturizálás egyaránt célozza a felhasznált minta mennyiségének minimálisra csökkentését (nanoliter térfogatú oldatok elemzését) és a mérőberendezés fizikai méreteinek redukcióját. A készülék méretének csökkentése, illetve a sokkal kisebb

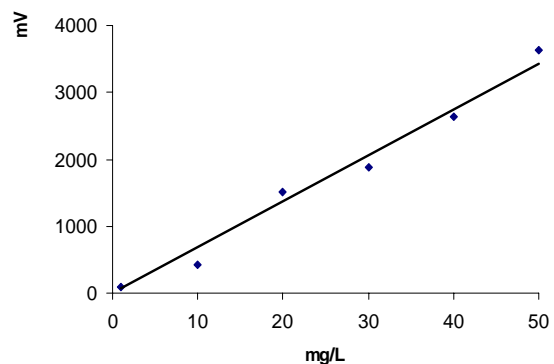
vegyszer/mintafelhasználás következtében a meghatározások költsége és időtartama jelentősen csökkenthető. A kis mintatérfogatok fogyasztása az elemzésnél elsősorban biológiai, klinikai minták, illetve drága anyagok (standardok) vizsgálata esetén lehet különösen előnyös. Bár az analitika fejlődésében jól érzékelhetők ezek a miniaturizálási törekvések (pl. lab-on-a-chip technika), ezek mindeddig jobbra elkerülték az atomspektrometriát. A néhány éve általunk kifejlesztett termospray lángkemencés atomspektrometriás módszerek kidolgozásakor és a tapasztalt jelenségek tanulmányozásakor felfigyeltünk arra a lehetőségre, hogy egészen kicsiny, akár 1  $\mu\text{L}$ -nél kisebb térfogatú oldatok is érzékenyen elemezhetők. Több elem esetén lényegesen jobb kimutatási határt értünk el 0,3  $\mu\text{L}$  térfogatú oldatokat elemezve, mint a hagyományos lángspektrometriás technikával 100  $\mu\text{L}$ -nyi oldatból. A lángkemencés technikánál azért van esély ilyen kicsiny térfogatok érzékeny elemzésére, mert igen kis (pl. 1  $\mu\text{L}$ ) térfogatú folyadékból is olyan nagy térfogatú 1000°C hőmérsékletű gőz képződik, amely már teljesen kitölti a lángkemence belső terét. (Lángkemencés elemzéseknél a cél az, hogy a lángkemencét minél jobban ki tudjuk tölteni a mintából képződő atomok gőzeivel.) A termospray lángkemencés AAS technikánál bevezett egyszerű termospray mintabeviteli elvet felhasználva összeállítottunk egy nagyon kicsiny lángemissziós spektrométert is, mely alkalmas 100 nL térfogatú mintaoldatból alkálifémek mg/L koncentrációban történő meghatározására. E miniaturizált lángemissziós spektrometriás technika alkalmazásakor még számos nehézség és probléma vár megoldásra (pl. a mérések reprodukálhatósága még 5 RSD% körüli). Az eredmények részletes leírása: [6]



1. ábra A termospray effektus tanulmányozása lángspektrométer miniaturizálásához



2. ábra Lángemissziós atomspektrométer miniaturizálására TS hatás alkalmazásával



3. ábra Lítium meghatározása a miniaturizált lángspektrométerrel

7. *Elválasztási és dúsítási módszerek kidolgozása kapilláris elektroforézis módszerrel Hg vegyületek dúsításához és speciációs vizsgálatához.* A jelenleg leghatékonyabb elválasztási technikák az elektroforézis elvén alapulnak, melynek lényege, hogy elektromos térben az oldott anyagok különböző sebességgel vándorolnak. Ma, 20 évvel bevezetését követően a kapilláris elektroforézis (CE) egy olyan nagyteljesítőképességű analitikai módszerré vált, mely jól egyesíti a nagy elválasztási hatékonyság, a gyors elemzés, kis mennyiségű minta- és vegyszerfelhasználás, illetve poláros és nem-poláros anyagok elemzésének lehetőségét. Mivel az elektroforetikus, illetve a kromatográfiás elválasztások mechanizmusai eltérnek, így e vizsgálatok kölcsönösen kiegészíthetik egymást. A CE különböző technikái kiváló felbontóerejüknek köszönhetően jól használhatóak fém-speciációs analitikai célokra. Higany(II)-vegyületeket (metilhigany-, etilhigany-, fenilhigany- és szerves higanyklorid) választottunk el kapilláris zónaelektroforézis (CZE) módszerrel. Mivel a vizsgált higany-sók gyakorlatilag nem disszociálnak, töltéssel nem rendelkeznek, és UV-tartományban is csak kevésbé nyelnek el, az elektroforetikus elválasztást megelőzően a higanyvegyületeket ciszteinnel reagáltattuk. Az így, gyakorlatilag 100%-ban és azonnal keletkező higanyvegyületek enyhén bázikus közegben már nettó negatív töltéssel, eltérő töltés/méret aránnyal rendelkeznek, és spektrofotometriásan jól detektálhatók. A higanyvegyületek elválasztását különböző környezeti (folyóvizek, ivóvíz) és humán biológiai minták mátrixaiban (nyál, vizelet, liquor, szérum) is elvégeztük. Az eredmények részletes leírása: [13, 15, 21, 22, 26, 33]
8. A higanyvegyületek elválasztásához cisztein mellett más ionos, tiolcsoportot tartalmazó komplexképző (2-merkapto-1-metilimidazol, glutation, 2-merkaptonikotinsav, merkaptoecetsav) alkalmazhatóságát is megvizsgáltuk, és megállapítottuk, hogy ezek is jó reagenseknek bizonyultak higanyvegyületek elválasztásához és meghatározásához. A kidolgozott módszereket optimaltunk és analitikai teljesítőképességi adataikat összehasonlítottuk. Az eredmények részletes leírása: [13, 14]
9. Ahhoz, hogy a higanyvegyületeket lézerindukált fluoreszcens (LIF) módszerrel detektálni tudjuk, a higany ciszteines komplexeiből fluoreszcein-izotiocianáttal (FITC) fluoreszcens származékot képeztünk. Optimaltunk a származékképzés körülményeit (pH, hőmérséklet, reakció idő), megvizsgáltuk, hogy a körülmények változtatása milyen hatással van a keletkező reakciótermékekre. A cisztein és a FITC reakciójával képződő cisztein-FITC mennyiségének növekedését és a FITC fogyását követve az időben, a származékképzéshez minimálisan szükséges időtartamot 6 órában állapítottuk meg. A LIF módszerrel metilhigany(II) esetén több mint három nagyságrendnyi, szerves higany(II) esetén pedig majd három nagyságrendnyi érzékenységnövekedést tudtunk elérni az UV detektáláshoz képest. Mindkét higany-speciesszre a kimutatási határ  $\text{nmol/dm}^3$ -es nagyságrendű, amivel már közelítjük a környezeti minták Hg szintjét. Az eredmények részletes leírása: [20, 21, 23]

A kutatási időszak utolsó harmadában a fentebb ismertetett témákon túl, a bemutatott kutatási témához szorosan nem kapcsolódva, eredményes vizsgálatokat végeztünk szerves ionok, kefalosporin antibiotikumok és cianobakteriális toxinok klinikai, biológiai és környezeti mintákban való meghatározása témájában kapilláris elektroforézis módszerrel. E kutatásainknak nagy jelentősége van a jövőbeli kutatási céljaink meghatározásában.

10. A nitrit és nitrát meghatározásához kapilláris elektroforézist és UV spektrofotometriás detektálást alkalmaztunk. A nitrit és nitrát meghatározását megkönnyíti, hogy 190 és 225 nm között mindkettőnek jó elnyelése van, ugyanakkor az olyan zavaró anionnak, mint a klorid, 200 nm felett nincs elnyelése. A nitrit és nitrát kimutatási határai 0,14 és 0,21  $\mu\text{g/mL}$ -nek adódtak, a migrációs idők precizitása 1 RSD % alatti, míg a jelterület szórása 2 RSD % alatt volt. A jelterület és a koncentráció között 1 és 100  $\mu\text{g/mL}$  között lineáris a kapcsolat ( $R^2 > 0,999$ ). A módszer optimalizálását követően humán nyálminták elemzését végeztük el. A nitrit és nitrát mennyisége a mintavételezett nyálmintákban időben egyre kisebb. A nitrát mennyisége gyorsabban csökken, mint a nitrité, mivel a nyálban élő baktériumok a nitrátot nitritté redukálják. Kb. 90 perccel a mintavétel után a nitrit és nitrát jele teljesen eltűnik, míg a módszerünkkel szintén

meghatározható, és a nyálban viszonylag nagy mennyiségben megtalálható tiocianát jele nem változik. A mintavételezést követően a nyálmintákhoz azonnal NaOH-t adtunk és a mérésig hűtőben tároltuk, hogy a nyálban élő baktériumokat elpusztítsuk, és a nitrit/nitrát mennyiségét megőrizzük. A kidolgozott módszerrel különböző betegektől, dohányos és nem dohányos személyektől a szájüreg különböző helyeiről, illetve nyálmirigyekből (pl. a Wharton-vezetékéből, illetve a Stenon-vezetékéből) vett mintákat elemeztük, ily módon a kapilláris elektroforézist nyálminták orvosi diagnosztikai vizsgálatára tettük alkalmassá. Az eredmények részletes leírása: [2, 17, 18, 34]

11. A cianobakteriális toxinok biológiai hatásukban hasonló anyagok, kémiaiailag azonban nagyon különbözőek lehetnek (pl. oligopeptidek, fehérjék, alkaloidok). Ezen anyagok egyetlen méréssel való kimutatása, meghatározása éppen ezért nagy kihívásnak számít. Sikertült olyan kapilláris elektroforézis módszert kifejleszteni a micelláris elektrokinetikus kapilláris kromatográfiás technika segítségével, mellyel egyszerre három gyakran előforduló toxint is meg lehet határozni (Anatoxin-a, Cylindrospermopsin, Microcystin-LR). E toxinok detektálásához UV spektrofotometriást alkalmaztunk. A diódasoros spektrofotometriás detektálás lehetővé teszi a jellemző UV spektrummal rendelkező toxinok minőségi azonosítását, a csúcstisztaság megállapítását. Az eredmények részletes leírása: [1, 3, 5, 12, 32, 35]
12. A kefalosporinok félszintetikus antibiotikumok, melyeket eddig elsősorban nagy teljesítőképességű folyadékkromatográfiával (HPLC) határozták meg, napjainkban azonban egy viszonylag új módszer a kapilláris elektroforézis is kiválóan alkalmasnak tűnik e vegyületek gyors és nagy hatékonyságú elválasztásához és meghatározásához. Munkánk során tizennégy különböző kefalosporint választottunk el kapilláris zónaelektroforézis (CZE) alkalmazásával. Megvizsgáltuk, hogy az elválasztás különböző paraméterei (pufferelektrolit pH-ja és koncentrációja, elektromos térerő, injektálás során alkalmazott nyomás, stb.) milyen hatást gyakorolnak a kefalosporinok migrációs idejére, az elválasztás hatékonyságára. A detektálást 270 nm-en UV spektrofotometrián végeztük. Habár a kefalosporinok szilárd állapotban viszonylag stabilak, vízben feloldva különböző bomlástermékek képződése mellett lassan hidrolizálnak. Az egyes antibiotikumok mennyiségét vízben való feloldásukat követő 260 óráig CZE módszerrel folyamatosan nyomon követtük. A kidolgozott módszert validáltuk és alkalmaztuk idegsebészeti mintákban (liquor, szérum, vizelet, sebváladék) a kefalosporinok orvosi diagnosztikai célú vizsgálatára és a hatóanyag koncentrációjának időbeli követésére. Az általunk kidolgozott módszer lehetőséget biztosított a beadott antibiotikumok szöveti koncentrációjának pontos, gyors és igen kis mennyiségű mintából való közvetlen meghatározására, amely segítséget nyújthat a gyakorló orvosok számára a műtétek során preventív vagy terápiás céllal adott antibiotikumok adagolásának pontosabb megtervezésében. Az eredmények részletes leírása: [4, 10, 11, 16, 31]

*A kutatási téma kidolgozásának egyéb eredményei:*

*Diplomamunkák:*

**Kardos Szilvia** orvosdiagnosztikai laboratóriumi analitikus: Kefalosporin antibiotikumok közvetlen meghatározása biológiai mintákban kapilláris elektroforézissel (2002)

**Kovács Anett** orvosdiagnosztikai laboratóriumi analitikus: Karbamazepin meghatározása kapilláris elektroforézis módszerrel (2003)

**Beszeda Ferencné** környezetvédelmi és műszeres analitikus szakvegyész: Peszticidek meghatározása micelláris elektrokinetikus kromatográfiás módszerrel (2003)

**Széles Éva** vegyész: A termospray lángkemencés AAS módszer alkalmazása mikrolitertérfogatú minták elemzésére (2002)

**Páger Csilla** vegyész: Higanyvegyületek meghatározása kapilláris elektroforézis módszerrel (2002)

**Lipcsei János** vegyész: Termospray lángkemencés atomabszorpciós spektrometriás módszerek fejlesztése (2004)

**Andrási Melinda** gyógyszerész: Kefalosporinok meghatározása kapilláris elektroforézis módszerrel (2005)

**Gábor Lilla** vegyész: Anionok meghatározása kapilláris elektroforézis módszerrel (2005)

**Juhász Péter** vegyész: Nitrit- és nitrátionok meghatározása nyálban kapilláris elektroforézis módszer alkalmazásával (2005)

**Dudás Enikő Magdolna** vegyész: Anionok meghatározása kapilláris elektroforézissel elektrokinetikus injektálás és indirekt UV-detektálás alkalmazásával. (várhatóan 2006)

*OTDK munkák:*

**Andrási Melinda** gyógyszerész: Kefalosporinok meghatározása és validálása kapilláris elektroforézis módszerrel (XXVI OTDK, 2003 Budapest, Kémiai és Vegyipari szekció, Analitikai kémia tagozat, I. helyezés)

**Kardos Szilvia** orvosdiagnosztikai laboratóriumi analitikus: Kefalosporin antibiotikumok közvetlen meghatározása biológiai mintákban kapilláris elektroforézis módszerrel (XXVI OTDK, 2003 Debrecen, Orvostudományi szekció, Főiskolai tagozat, I. helyezés)

**Juhász Péter** vegyész: Nitrit és nitrát meghatározása nyálmintákban kapilláris elektroforézis módszerrel (DE-TTK, TDK Kémia-II szekció, 2004. november, I. helyezés)

**Juhász Péter** vegyész: Nitrit- és nitrátionok meghatározása klinikai mintákban kapilláris elektroforézis módszer alkalmazásával, XXVII OTDK, 2005 Budapest, Kémiai és Vegyipari szekció, Analitikai kémia tagozat, III. helyezés)

*Témavezetőként nyert pályázatok:*

- 2001-2003, Oktatási Minisztérium, FKFP No.13/0023, A kapilláris elektroforézis alkalmazása környezeti és klinikai minták elemzésére, 5.1 M Ft
- 2002-2005, Békésy György Posztdoktori Ösztöndíj, BÖ 96/2002, (3 év)
- 2004-2005 GVOP-3.2.1.-20004-04-0032/3.0, „CE-felújítás”, 6.375 M Ft
- 2005-2006 Bolyai János Kutatási Ösztöndíj
- 2005, Sigma Díj, I. helyezés
- 2006-2007 Marie Curie Outgoing International Fellowship, Coupling chip technology and affinity capillary electrophoresis for a faster, cheaper and high-throughput analysis of biological systems, FP6-2004, No. 021447

*Résztvevőként nyert pályázatok:*

- 2003-2006, OTKA, T43366, Kromatográfiás, kapilláris elektroforetikus és termikus módszerek kidolgozása biológiai és környezeti minták speciációs analízisére (témavezető: Dr.Posta József),
- 2005-2008, OTKA F046493, Cianobakteriális tömegtermelés toxintartalmának vizsgálata magyarországi vizekben és a környezeti faktorok cianotoxintermelés- szabályozó hatásának fiziológiai és bioanalitikai vizsgálata izolált cianobaktérium törzseken. 6.9 M Ft. (témavezető: Dr. Vasas Gábor)

*Együttműködések más kutatócsoportokkal:*

- A pályázat egyik résztvevője, Széles Éva (hallgató, PhD hallgató) 2002-ben 10 hónap kutatási ösztöndíjjal (DAAD) a kutatási témában dolgozott a *dortmundi Spektrokémiai Intézetben* (ISAS) Prof. Harald Berndt vezetése mellett
- A pályázat egyik résztvevője, Páger Csilla (hallgató, PhD hallgató) 1 hónap kutatási ösztöndíjjal (CEEPUS) 2002-ben a kutatási témában dolgozott (Higanyvegyületek meghatározása LIF detektálással FITC-el történő származékképzés után) a *Pécsi Tudományegyetem, Bioanalitikai Intézetében* Prof. Kilár Ferenc
- *University of Warsaw, Warsaw, Poland, Faculty of Chemistry, Laboratory for Flow Analysis and Chromatography*, Prof. Marek Trojanowicz,  
2003, 2 hónap CEEPUS ösztöndíj (Krystian Szczepanski, Pawel Swiernoga), téma: lángkemencés AAS technikák tanulmányozása és fejlesztése,  
2004, 3 hónap CEEPUS ösztöndíj (Dorota Szydlowska), téma: cianobakteriális toxinok meghatározása kapilláris elektroforézis módszerrel,  
2005, 10 nap CEEPUS ösztöndíj (Dr. Gáspár Attila), téma: lángkemencés AAS technikák továbbfejlesztése, cianobakteriális toxinok meghatározása
- 2006-2007 Marie Curie Outgoing International Fellowship (Dr. Gáspár Attila), Coupling chip technology and affinity capillary electrophoresis for a faster, cheaper and high-throughput analysis of biological systems, FP6-2004, No. 021447, Fogadóegyetem: *California State University Los Angeles, Department of Chemistry and Biochemistry*, Prof. Frank A. Gomez

*Lektori tevékenység:*

rendszeresen felkért bíráló (J. Chromatography A és B, Analytical and Bioanalytical Chemistry, Analytical Chemistry, Journal of Biochemical and Biophysical Methods)  
Dr. Bíró Borbála: Az analitikai kémia vizsgálati módszerei (Eger, 2003) jegyzet lektorálása

*Oktatási segédanyag:*

<b>Címe</b>	GRAFITKEMENCÉS ATOMABSZORPCIÓS SPEKTROMETRIA		
<b>Típusa</b>	OKTATÁSI SEGÉDLET		
<b>Kiadó</b>	DE-TTK, Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék	<b>Kiadás éve</b>	2004
<b>Kiadás helye</b>	Debrecen	<b>Lapszám</b>	22
<b>Internet elérhetőség:</b>	<a href="http://delfin.klte.hu/~agaspar/gfaas.pdf">http://delfin.klte.hu/~agaspar/gfaas.pdf</a>		

*Új műszeres analitikai gyakorlatok kidolgozása és elindítása:*

<b>Tárgy megnevezése</b>	Analitikai módszerek validálása gyakorlat (Műszeres Analitika gyakorlat keretén belül)		
<b>Típusa</b>	gyakorlat	<b>Képzési szint</b>	graduális
<b>Képzési szak</b>	vegyész, nappali		
<b>Óraszám</b>	6 óra/hét	<b>Hallgatók létszáma</b>	20-30

<b>Tárgy megnevezése</b>		Elektroferogramok/kromatogramok kiértékelése (Műszeres Analitika gyakorlat keretén belül)	
<b>Típusa</b>	gyakorlat	<b>Képzési szint</b>	graduális
<b>Képzési szak</b>	vegyész, nappali		
<b>Óraszám</b>	6 óra/hét	<b>Hallgatók létszáma</b>	20-30